



## Escuela de Ingeniería de Minas y Energía

### Presentación

La ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE MINAS oferta para el curso académico 2016-2017 grados y másters totalmente adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior:

#### GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA

Este grado pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales que van a ejercer en el área de la ingeniería de los procesos energéticos desde la generación de energía hasta sus distintas aplicaciones, suministrando, además, la formación precisa para desarrollar tecnologías y sistemas eficientes y sostenibles.

El Grado en INGENIERÍA DE LA ENERGÍA por la Universidade de Vigo **no capacita para una profesión regulada** y pretende la formación de ingenieros graduados para su incorporación a los diferentes sectores de la industria de la energía, desde la producción, pasando por la transformación hasta su uso y gestión. Por ello se han definido dos intensificaciones:

- Mención en Tecnologías Energéticas, que pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales que van a ejercer en el área de la ingeniería de los procesos energéticos desde las fuentes de energía y su generación para sus distintas aplicaciones.
- Mención de Eficiencia Energética que pretende suministrar la formación precisa para desarrollar tecnologías y sistemas eficientes y sostenibles.

#### GRADO EN INGENIERÍA DE LOS RECURSOS MINEROS Y ENERGÉTICOS

Este grado pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales para la exploración, investigación, explotación, beneficio, elaboración, transformación y utilización de los recursos mineros (rocas y minerales, aguas subterráneas, aguas mineras y termales) y energéticos (petróleo, gas natural, ) en la Tierra y otros recursos geológicos, como el espacio subterráneo, actividades todas ellas que han de llevarse a cabo de forma segura, rentable y ambientalmente aceptable.

El Grado en INGENIERÍA DE LOS RECURSOS MINEROS Y ENERGÉTICOS por la Universidad de Vigo tiene como objetivo general proporcionar a los graduados/as **la formación y las competencias necesarias que les habiliten para el ejercicio de la profesión regulada por ley de INGENIERO TÉCNICO DE MINAS** en 3 de las 5 tecnologías específicas propias de la profesión. Por ello se han planteado tres Intensificaciones:

- Mención en [ ]Explotación de Minas[ ]
- Mención en [ ]Ingeniería de Materiales[ ]
- Mención en [ ]Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos[ ]

#### MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE MINAS

Este Máster pretende suministrar la formación adecuada y de alto nivel a los futuros profesionales para la exploración, investigación, explotación, beneficio, elaboración, transformación y utilización de los recursos mineros (rocas y minerales, aguas subterráneas, aguas mineras y termales) y energéticos (petróleo, gas natural, ) en la Tierra y otros recursos geológicos, como el espacio subterráneo, actividades todas ellas que han de llevarse a cabo de forma segura, rentable y ambientalmente aceptable. El Máster Universitario en Ingeniería de Minas por la Universidad de Vigo **habilita para la profesión regulada de Ingeniero/a de Minas**.

#### MÁSTER INTERUNIVERSITARIO EN GEOINFORMÁTICA

El Máster Interuniversitario en Geoinformática por las Universidades de Vigo y Coruña nace como un título de alta especialización para formar profesionales orientados al mercado de la industria geoespacial. La industria geoespacial es uno de los sectores que más rápidamente ha crecido en los últimos años debido a las diferentes aplicaciones relacionadas con los sistemas de posicionamiento global, sistemas de información geográfica, dispositivos móviles o teledetección satelital.

---

## Equipo Directivo y Coordinación

---

### EQUIPO DIRECTIVO:

#### Directora

Natalia Caparrini Marín (directorminas@uvigo.es)

#### Subdirector Programas de Intercambio y RRII

Higinio González Jorge (oriminas@uvigo.es)

#### Subdirector de Infraestructuras y AAEE

David Patiño Vilas (infraestructurasminas@uvigo.es)

#### Subdirectora Jefa de Estudios

María Araújo Fernández (orgdocente.minas@uvigo.es)

#### Secretaria

Ángeles Saavedra González (secretariaminas@uvigo.es)

### COORDINACIÓN:

El Procedimiento de Coordinación Docente de la ETSI de Minas se configura como el instrumento a través del cual se diseña el contenido y la ejecución de las distintas acciones relativas a la coordinación docente de los títulos adscritos al centro, dado que la coordinación del conjunto de actividades resulta clave para el adecuado aprovechamiento del alumnado.

El sistema de coordinación constituye un elemento fundamental en la introducción de los nuevos objetivos y metodologías y, sobre todo, servirá para profundizar en una mejor y mayor conexión entre docentes y entre éstos y el Centro.

**GRADO IE:** David Patiño Vilas patinho@uvigo.es

**GRADO IRME:** Maria Araujo Fernandez maraujo@uvigo.es

**MÁSTER UIM:** Elena Alonso Prieto ealonso@uvigo.es

**MÁSTER GI:** Higinio González Jorge higiniog@uvigo.es

**PAT:** Itziar Goicoechea Castaño igoicoechea@uvigo.es

**1º CURSO GRADOS:** Elena Gonzalez Rodriguez elena@uvigo.es

**2º CURSO GRADOS:** Eduardo Giráldez Pérez egiraldez@uvigo.es

**3º e 4º CURSO GRADO IE:** Pablo Eguía Oller peguia@uvigo.es

**3º e 4º CURSO GRADO IRME:** Fernando García Bastante bastante@uvigo.es

**1º e 2ª CURSO MÁSTER UIM:** Teresa Rivas Brea trivas@uvigo.es

**PRÁCTICAS EXTERNAS:** Javier Taboada Castro jtaboada@uvigo.es

**DIFUSIÓN:** Marta Cabeza Simó mcabeza@uvigo.es

**CALIDADE:** Ángeles Saavedra González saavedra@uvigo.es

## Máster Universitario en Ingeniería de Minas

### Asignaturas

#### Curso 2

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
V09M148V01301	Simulación Aplicada a Mecánica de Sólidos	1c	3
V09M148V01302	Simulación Aplicada a Geotecnia	1c	3
V09M148V01303	Simulación Aplicada a Procesos Químicos	1c	3
V09M148V01304	Gestión Integral de Industrias Mineras	1c	6
V09M148V01305	Simulación Aplicada a Mecánica de Fluidos	1c	3
V09M148V01306	Gestión de Recursos Energéticos	1c	6
V09M148V01307	Túneles e Infraestructuras Subterráneas	1c	6
V09M148V01401	Trabajo Fin de Máster	2c	18
V09M148V01402	Automática	1c	3
V09M148V01403	Prácticas Externas	2c	9

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Simulación Aplicada a Mecánica de Sólidos**

Asignatura	Simulación Aplicada a Mecánica de Sólidos			
Código	V09M148V01301			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	2	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Dpto. Externo Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	Alonso Prieto, Elena Mercedes			
Profesorado	Alonso Prieto, Elena Mercedes López-Cancelos Ribadas, Rubén			
Correo-e	ealonso@uvigo.es			
Web				
Descripción general	A lo largo del transcurso de la materia se tratarán los aspectos relacionados con la simulación numérica aplicada a la mecánica de sólidos, desde un punto de vista de su utilización en la práctica profesional de la Ingeniería de Minas. Para ello se abordarán tanto aspectos teóricos como prácticos sobre la metodología de resolución de los problemas ingenieriles en la mecánica de sólidos.			

**Competencias**

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
C19	Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas.
C20	Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica
D11	Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
D12	Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Resolver un problema diferenciando cada fase de la simulación por el MEF: preproceso y generación de malla, cálculo y resolución de los sistemas de ecuaciones, postproceso.	A1 A2 A4 C19 C20 D11 D12

Escoger la ley constitutiva que mejor se ajuste al problema físico planteado.	A1 A2 C19 C20 D11 D12
Realizar la selección del tipo y tamaño del elemento y el mallado del dominio.	C19 C20
Emplear y conocer las diferencias entre elementos, 0D, 1D, 2D y 3D.	C19 C20
Escoger el modelo más adecuado para la simulación del caso (Deformaciones planas, tensiones planas, axisimétricos y problemas 3D)	A1 A2 C19 C20 D11 D12
Plantear correctamente las condiciones de contorno.	C19 C20
Interpretar los resultados obtenidos	A1 A2 A4 C19 C20 D11 D12

## Contenidos

Tema	
Fundamentos del análisis estructural mediante MEF	
Fases de la realización de un estudio por elementos finitos en mecánica de sólidos	Dominio geométrico Material Mallado Definición del problema Resolución del problema Postproceso Refinado de la malla Interpretación de resultados
Leyes constitutivas	Elasticidad Elastoplasticidad Viscoplasticidad Comportamiento lineal Comportamiento no lineal
Tipología de los elementos del MEF en sólidos	Elementos discretos (0D) Vigas, barras y cables (1D) Tubos (1D) Placas y láminas (2D) Elementos (3D)
Modelos	Tensiones planas Deformaciones planas Axisimétricos 3D
Deformaciones de origen térmico	
Condiciones de contorno en mecánica de sólidos	
Validación del modelo de un problema	

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	7	10	17
Resolución de problemas y/o ejercicios	4	21	25
Debates	1	0	1
Prácticas en aulas de informática	12	18	30
Pruebas de respuesta corta	2	0	2

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Sesión magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.
Resolución de problemas y/o ejercicios	Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.
Debates	Charla abierta entre un grupo de estudiantes. Puede centrarse en un tema de los contenidos de la materia, en el análisis de un caso, en el resultado de un proyecto, ejercicio o problema desarrollado previamente en una sesión magistral...
Prácticas en aulas de informática	Actividades de aplicación de conocimientos a situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio, que se realizan en aulas de informática.

### **Atención personalizada**

<b>Metodologías</b>	<b>Descripción</b>
Prácticas en aulas de informática	Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y en los horarios de tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de Factic)

### **Evaluación**

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Debates	<p>A lo largo del curso se plantearán preguntas al alumnado que deberán responder adecuadamente justificando razonadamente la respuesta.</p> <p>Los resultados de aprendizaje relacionados son:</p> <p>Resolver un problema diferenciando cada fase de la simulación por el MEF: preproceso y generación de malla, cálculo y resolución de los sistemas de ecuaciones, postproceso.            Escoger la ley constitutiva que mejor se ajuste al problema físico planteado.            Realizar la selección del tipo y tamaño del elemento y el mallado del dominio.            Emplear y conocer las diferencias entre elementos 0D, 1D, 2D y 3D.            Escoger el modelo más adecuado para la simulación del caso (Deformaciones planas, tensiones planas, axisimétricos y problemas 3D)            Plantear correctamente las condiciones de contorno.            Interpretar los resultados obtenidos.</p>	10	A1 A2 A4
Prácticas en aulas de informática	<p>Se valorará el grado de consecución de la prácticas así como la implicación del alumno a la hora de obtener el objetivo de las mismas.</p> <p>Los resultados de aprendizaje relacionados son:</p> <p>Resolver un problema diferenciando cada fase de la simulación por el MEF: preproceso y generación de malla, cálculo y resolución de los sistemas de ecuaciones, postproceso.            Escoger la ley constitutiva que mejor se ajuste al problema físico planteado.            Realizar la selección del tipo y tamaño del elemento y el mallado del dominio.            Emplear y conocer las diferencias entre elementos 0D, 1D, 2D y 3D.            Escoger el modelo más adecuado para la simulación del caso (Deformaciones planas, tensiones planas, axisimétricos y problemas 3D)            Plantear correctamente las condiciones de contorno.            Interpretar los resultados obtenidos.</p>	40	C19 D11 C20 D12

Pruebas de respuesta corta	Se realizarán una serie de preguntas de respuesta corta para evaluar los resultados de aprendizaje de la materia.	50	C19 C20	D11 D12
----------------------------	---	----	------------	------------

Los resultados de aprendizaje relacionados son:

Resolver un problema diferenciando cada fase de la simulación por el MEF: preproceso y generación de malla, cálculo y resolución de los sistemas de ecuaciones, postproceso.  
 Escoger la ley constitutiva que mejor se ajuste al problema físico planteado.  
 Realizar la selección del tipo y tamaño del elemento y el mallado del dominio.  
 Emplear y conocer las diferencias entre elementos 0D, 1D, 2D y 3D.  
 Escoger el modelo más adecuado para la simulación del caso (Deformaciones planas, tensiones planas, axisimétricos y problemas 3D)  
 Plantear correctamente las condiciones de contorno.  
 Interpretar los resultados obtenidos.

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar la materia será necesario obtener una puntuación mínima de 5 sobre 10 en la calificación final.

En convocatoria extraordinaria se aplicarán los mismos criterios de evaluación que en la convocatoria ordinaria.

Las fechas de evaluación para el curso académico 2017-2018 pueden consultarse en la página web de la \*ETSI Minas, Docencia-Exámenes-Máster Ingeniería de Minas

<http://minasyenergia.uvigo.es/>

De acuerdo con el calendario aprobado por la junta de centro, serán el 21 de diciembre (convocatoria común) y el 18 de junio (convocatoria extraordinaria).

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

J.N. Reddy, **An Introduction to the Finite Element Method**,

Eugenio Oñate, **Cálculo de Estructuras por el Método de Elementos Finitos**,

#### Bibliografía Complementaria

<http://www.salome-platform.org/>,

<http://www.code-aster.org/>,

### Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Matemáticas Avanzadas/V09M148V01205

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Simulación Aplicada a Geotecnia**

Asignatura	Simulación Aplicada a Geotecnia			
Código	V09M148V01302			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	2	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Dpto. Externo Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	Alejano Monge, Leandro Rafael			
Profesorado	Alejano Monge, Leandro Rafael Arzúa Touriño, Javier			
Correo-e	alejano@uvigo.es			
Web				
Descripción general	Partiendo de una fuerte base *geotécnica se pretende que los alumnos sean capaces de exponer, y *implementar problemas, así como ser quien de obtener resultados relevantes aplicando métodos numéricos en esta rama de la ingeniería que se caracteriza por una compleja mezcla de la mecánica pura, la idiosincrasia de los materiales naturales y la determinación humana.			

**Competencias**

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.
B6	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
B7	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia.
C1	Competencia Específica CE1. Conocimiento adecuado de modelización, evaluación y gestión de recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales.
C4	Competencia Específica CE4. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.
C19	Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas.
C20	Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica
D1	Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
D4	Competencia Transversal CT4. Desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.



- D7 Competencia Transversal CT7. Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, desarrollando valores propios de la dinámica del pensamiento científico, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc
- D11 Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.

### Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Ser capaz de pensar, sentar las bases y <b>**implementar</b> la resolución de problemas de ingeniería <b>**geotécnica</b> a nivel práctico.	A1 A2 A3 A5
Desarrollar una madurez científico técnica para ser capaces de ser rigurosos.	B1 B6 B7
Profundizar en técnicas de análisis de estabilidad de excavaciones subterráneas y taludes en roca mediante casos prácticos, con especial atención al uso de métodos numéricos.	C1 C4 C19 C20
Ser capaces de defender por escrito y oralmente estudios específicos de la mecánica de rocas relativos al diseño y análisis de estabilidad de excavaciones en roca (mediante enfoques analíticos y numéricos, y otras técnicas <b>**ad-hoc</b> ).	D1 D4 D7 D11
Ser capaz de exponer, y <b>**implementar</b> problemas, así como de obtener resultados relevantes aplicando métodos numéricos en esta rama de la ingeniería donde se impone enfoque más <b>**heurístico</b> y menos <b>**determinista</b> a la hora de enfocar modelos. Noticia	A1 A2 A3 B1 B7 C1 C4 C19 C20 D1 D4 D11

### Contenidos

Tema	
1. INTRODUCCIÓN	HACIA UNA <b>*METODOLOGIA DE DISEÑO EN MECÁNICA DE ROCAS: CUANTIFICANDO La INCERTIDUMBRE</b>
2. REVISIÓN DEL COMPORTAMIENTO TENSO- <b>**DEFORMACIONAL DE SUELOS, ROCAS, DISCONTINUIDADES Y MACIZOS ROCOSOS</b>	REPASO DE COMPORTAMIENTO BASES DE La ELASTICIDAD Y El COMPORTAMIENTO NO-ELÁSTICO DE Las ROCAS CRITERIOS DE ROTURA Y RESISTENCIA AI <b>*CÓRTE</b> COMPORTAMIENTO POST-ROTURA
3. MÉTODOS NUMÉRICOS APLICADOS EN El ÁMBITO <b>*XEOTÉCNICO</b>	MÉTODO DE Los ELEMENTOS <b>*FINITOS</b> MÉTODO DE DIFERENCIAS <b>*FINITAS</b> MÉTODO DE ELEMENTOS DE CONTORNO MÉTODO DE ELEMENTOS DISCRETOS ESQUEMAS TEMPORALES DE RESOLUCIÓN: IMPLÍCITO Y <b>*EXPLÍCITO</b> VALORACIÓN GENERAL DEL NUMÉRICOS COMO MÉTODO DE TRABAJO POR QUE, COMO Y CUANDO UTILIZAR NUMÉRICO EN <b>*XEOTECNIA</b>
4. RECOMENDACIONES GENERALES PARA Las SIMULACIONES	HIPÓTESIS BÁSICAS DE TRABAJO MODELOS SUPERFICIALES: TALUDES Y CIMENTACIONES MODELOS SUBTERRÁNEOS: TÚNELES Y MINAS <b>*SIMETRÍAS Y CONDICIONES INICIALES</b> DOMINIO Y CONDICIONES DE CONTORNO APALEADOS Y ANCHOS DE MALLA SALIDAS DE Los PROGRAMAS. SELECCIÓN DE La INFORMACIÓN OBTENCIÓN DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD CON NUMÉRICO

5. REVISIÓN DE Los CÓDIGOS MÁS UTILIZADOS	CÓDIGOS DE ELEMENTOS DE CONTORNO: EXAMINE-2D Y 3D CÓDIGOS DE DIFERENCIAS *FINITAS: *FLAC CÓDIGOS DE ELEMENTOS *FINITOS: *PHASE-2D CÓDIGOS DE ELEMENTOS DISCRETOS: *UDEC OTROS CÓDIGOS AVANZADOS (PFC Y *FEM-*DEM)
6. EJEMPLOS DE APLICACIÓN Y COMPARACIÓN CON MÉTODOS ANALÍTICOS	ANÁLISIS DE *DISEÑO DE UNA MINA SUBTERRÁNEA DE CÁMARAS Y *PILARES CON EXAMINE ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE UN TALUD CON *PHASES COMPROBACIÓN DEL SOSTENIMIENTO DE UN TÚNEL CON *PHASES

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	8	8	16
Prácticas en aulas de informática	14	10	24
Presentaciones/exposiciones	2	2	4
Pruebas de tipo test	1	15	16
Informes/memorias de prácticas	3	10	13
Observación sistemática	0	2	2

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Sesión magistral	Exposición de los contenidos básicos. Hacer pensar sobre datos y modelos, condiciones de contorno e iniciales, por que simulamos y la que preguntas queremos responder.
Prácticas en aulas de informática	Presentación de casos prácticos, inicialmente sencillos, y cada vez más reales y más casos prácticos reales, porque la teoría no es sino la concreción de la práctica y la práctica la extensión de la teoría a la realidad técnico-socio-económica. Resolución ejercicios relacionados con la materia a resolver por el estudiante.
Presentaciones/exposiciones	Aplicación de los conocimientos a situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y *procedimentales desarrolladas en aulas de informática.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y nos horarios de **tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de **Faitic).
Prácticas en aulas de informática	Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y nos horarios de **tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de **Faitic).
Presentaciones/exposiciones	Se atenderán las necesidades y consultas del alumnado relacionadas con el estudio y/o temas vinculados con la materia, proporcionándole orientación, apoyo y motivación en el proceso de aprendizaje. Esta actividad puede desarrollarse de forma presencial (directamente en el aula y nos horarios de **tutorías de despacho) o de forma no presencial (a través del correo electrónico o de **Faitic).

<b>Evaluación</b>			
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Pruebas de tipo test	Test con cuestiones sencillas generalistas para evaluar la *comprensión de aspectos genéricos.  *Avaliense todos los resultados del aprendizaje.  Evaluara la madurez eres *acomptencias transversales.	55	B1 C1 B6 C4 B7 C19 C20

Informes/memorias de prácticas	Comentario de un artículo sobre filosofía de la simulación en el campo de la geotecnia, donde se trabajara con materiales naturales de comportamiento no siempre bien conocido.	35	A1 A2 A3 A5	C1 C4 C19 C20	D1 D4 D7 D11
	Informes de tres casos prácticos similares a reales simulados con programas adaptados en el aula de informática.				
	*Avaliense todos los resultados del aprendizaje.				
Observación sistemática	Asistencia a clase, actitud y posible presentación de un trabajo adicional donde se evalúen competencias transversales: ¿cómo de la simulación. ¿Vendemos figuras de colores o ¿cómo de conocimiento?	10	B1 B6 B7		D1 D4 D7 D11
	*Avaliense todos los resultados del aprendizaje.				

### Otros comentarios sobre la Evaluación

En segunda convocatoria se realizará un examen tipo test extenso.

De acuerdo con el calendario aprobado por la junta de centro, las pruebas serán el 15 de enero (convocatoria común) y el 28 de junio (convocatoria extraordinaria). Se recomienda consultar la página web del centro por si se producen modificaciones.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Ramirez-Oyanguran P., Alejano L., **Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes**, Internet-upm, 2007

#### Bibliografía Complementaria

Rocscience Inc., **tutorial Phase2D**, 2017

Rocscience, **tutorial Examine2D**,

Varios, **International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences**,

Arzúa, J., Alejano, L. y Pérez-Ret, I., **Problemas de mecánica de rocas: Mecánica de rocas: Fundamentos e ingeniería de taludes**, 1, Bubok Publishing, 2015

ITASCA, **tutorial FLAC**,

ITASCA, **tutorial UDEC**,

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

Trabajo Fin de Máster/V09M148V01401

Túneles e Infraestructuras Subterráneas/V09M148V01307

#### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Simulación Aplicada a Mecánica de Sólidos/V09M148V01301

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Diseño y Ejecución de Obras Subterráneas/V09M148V01105

Explotación Sostenible de Recursos Mineros/V09M148V01102

Ingeniería de Taludes/V09M148V01108

### Otros comentarios

□ \*I \*keep \*six \*honest

\*serving \*men,

(\*They \*taught me \*all \*I \*knew);

\*Their \*names are

\*What \*and \*Why \*and \*When,

\*And \*How \*and \*Where \*and \*Who. □

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Simulación Aplicada a Procesos Químicos**

Asignatura	Simulación Aplicada a Procesos Químicos			
Código	V09M148V01303			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	2	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería química			
Coordinador/a	Canosa Saa, Jose Manuel			
Profesorado	Canosa Saa, Jose Manuel			
Correo-e	jcanosa@uvigo.es			
Web				
Descripción general	La asignatura está orientada al diseño y estudio y simulación de procesos químicos industriales: farmacéutica, petroquímica, carboquímica, productos intermedios, etc.			

**Competencias**

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
B7	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia.
C7	Competencia Específica CE7. Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.
C19	Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas.
C20	Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica
D1	Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
D6	Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.
D12	Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Dominar la terminología específica de la simulación de procesos.	B7 D6
Dominar los conceptos de separación por transferencia de materia y de ingeniería de las reacciones químicas	C19 C20
Identificar los procesos y las técnicas de captura y almacenamiento de CO <sub>2</sub> .	C19 C20

Identificar los procesos y operaciones implicados en carboquímica y petroquímica. Estudio de ejemplos prácticos de simulación de procesos químicos.	A1 A2 C7 C19 C20 D1 D6 D12
---	---

## Contenidos

Tema	
TEMA 1. Introducción al Diseño de Procesos Químicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundamentos de la simulación de procesos químicos.</li> <li>- Conceptos básicos. Análisis de variables y de sistemas.</li> <li>- Definición de diagrama de flujo.</li> <li>- Fundamentos de la Simulación.</li> <li>- Modelos de simulación.</li> <li>- Mezcladores y divisores de corrientes.</li> <li>- Elementos impulsores de fluidos. Válvulas y tuberías.</li> <li>- Equipos para el intercambio de calor.</li> <li>- Ejemplos: Simulación de bombas de calor</li> </ul>
TEMA 2. Operaciones de Transferencia de materia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equilibrio entre fases a partir de ecuaciones de estado y de coeficientes de actividad. Etapas de equilibrio.</li> <li>- Simulación de las operaciones de destilación súbita, rectificación, extracción y absorción.</li> <li>- Variables de diseño.</li> <li>- Dimensionamiento de equipos para las operaciones de separación.</li> <li>- Ejemplos: Simulación de operaciones de separación.</li> </ul>
TEMA 3. Reactores químicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción: Cinética Química.</li> <li>- Clasificación de reactores químicos.</li> <li>- Reactor de equilibrio, Reactor CSTR, Reactor PFR.</li> <li>- Reactores en serie.</li> <li>- Reactores con recirculación</li> <li>- Variables de diseño de reactores</li> <li>- Ejemplos: Simulación de reactores químicos.</li> </ul>
PRÁCTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simulación de procesos petroquímicos: Procesos de aprovechamiento del petróleo.</li> <li>- Simulación de procesos de carboquímica: gasificación del carbón, hidrogenación y pirogenación.</li> <li>- Simulación de él proceso de captura de CO2.</li> <li>- Análisis del comportamiento de plantas químicas.</li> <li>- Optimización de procesos químicos.</li> <li>- Ejemplos prácticos</li> </ul>

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	8	15	23
Prácticas en aulas de informática	16	22	38
Tutoría en grupo	3	0	3
Pruebas de tipo test	1	0	1
Pruebas prácticas, de ejecución de tareas reales y/o simuladas.	2	8	10

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Sesión magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.
Prácticas en aulas de informática	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas, adquisición de habilidades básicas y resolución de problemas relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (aulas informáticas).
Tutoría en grupo	Entrevistas que el alumno mantiene con el profesorado de la asignatura para asesoramiento/desarrollo de actividades de la asignatura y del proceso de aprendizaje.

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas en aulas de informática	Se orientará al alumno en la adquisición de habilidades básicas y resolución de problemas relacionadas con la materia objeto de estudio. Se realizará un seguimiento del progreso del alumno.
Tutoría en grupo	Se realizarán reuniones con los alumno en pequeño grupo para el análisis, asesoramiento y desarrollo de las actividades de la asignatura.

## Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Pruebas de tipo test	Pruebas para evaluación de las competencias adquiridas que incluyen preguntas cerradas con diferentes alternativas de respuesta con elección múltiple.  Los alumnos seleccionan una respuesta entre un número limitado de posibilidades.  se evaluarán los siguientes resultados de aprendizaje: conceptos de separación por transferencia de materia, ingeniería das reacciones químicas y los procesos y técnicas de captura y almacenamiento de CO <sub>2</sub> .	50	B7	C7 C19 C20
Pruebas prácticas, de ejecución de tareas reales y/o simuladas.	Pruebas para la evaluación que incluyen actividades, problemas o ejercicios prácticos a resolver.  Los alumnos deben dar respuesta a la actividad suscitada, aplicando los conocimientos teóricos y prácticos de la asignatura.  se evaluarán todos os resultados de aprendizaje señalados para esta materia.	50	A1 A2	B7  D1 D6 D12

## Otros comentarios sobre la Evaluación

Las fechas de evaluación para el curso académico 2017 - 2018 pueden consultarse en la página web de la Escuela de Ingeniería de Minas y Energía

<http://minasyenergia.uvigo.es/gl/estudios/mestrado-en-em/planificacion-academica>

Según el calendario aprobado en junta de centro, serán el 18 de diciembre (convocatoria ordinaria) y el 14 de junio (convocatoria extraordinaria).

## Fuentes de información

### Bibliografía Básica

A. J. Gutierrez, **Diseño de Procesos en Ingeniería Química**, Reverté,

A. P. Guerra,, **Estrategias de modelado, simulación y optimización de procesos químicos**,, Síntesis,

Robin Smith, **Chemical process design and integration**, John Wiley & Sons. 2ª Ed.,

Pedro J. Martínez de la Cuesta, Eloísa Rus Martínez, **Operaciones de separación en ingeniería química : métodos de cálculo**, Pearson Educación,

### Bibliografía Complementaria

W. D. Seider, **Product and Process Design Principles**, John Wiley & Sons,

Turton, R., **Analysis, synthesis and design of chemical processes**, Prentice-Hall,

P. Ollero de castro, **Instrumentación y control en plantas químicas**, Síntesis,

Ramos Carpio, M. A., **Refino de petróleo, gas natural y petroquímica**,

## Recomendaciones

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Gestión Integral de Industrias Mineras</b>				
Asignatura	Gestión Integral de Industrias Mineras			
Código	V09M148V01304			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	2	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente Organización de empresas y marketing			
Coordinador/a	Taboada Castro, Javier			
Profesorado	Mandado Vazquez, Alfonso Taboada Castro, Javier			
Correo-e	jtaboada@uvigo.es			
Web				
Descripción general	Legislación de minas, medio ambiente y seguridad. Gestión de activos empresariales y análisis de inversión general			

<b>Competencias</b>	
Código	
A3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
B1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.
B2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
B3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas
B4	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Minas y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la misma.
B5	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras de actividades de I+D+i dentro de su ámbito.
B6	Capacidad de aplicación de técnicas de gestión empresarial y legislación laboral.
C21	Competencia Específica CA3. Conocimiento adecuado de evaluación de proyectos y análisis de riesgo. Dirección, organización y mantenimiento. Economía y gestión de empresas. Calidad. Legislación del medio natural. Gestión del conocimiento.
D4	Competencia Transversal CT4. Desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.
D5	Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
D6	Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.
D8	Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.
D10	Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje

Conocer el ciclo de vida de las actividades mineras, para que estén en activo y funcionen adecuadamente durante su uso.	A3 B2 B4 B6 C21 D4 D5
Conocer las principales políticas que se deben emplear en la renovación de los equipos para que estén en perfectas condiciones.	A3 B1 B2 B5 B6 D5 D10
Conocer y saber interpretar la legislación de minas y poder tramitar un permiso minero desde el principio.	A3 B1 B3 B4 D5 D6 D10
Dominar y aplicar la legislación específica en materia de seguridad minera y conocer todos los trámites legales en este campo.	A3 B3 B4 B6 C21 D5 D8 D10
Conocer la legislación ambiental y de aguas que afecta a una explotación minera.	A3 B3 B4 C21 D5 D6 D10

## Contenidos

Tema	
Legislación básica aplicada a la minería	Ley y Reglamento de Minas. Legislación de evaluación ambiental.
Gestión de activos empresariales	Ciclo de vida Tipos de activos Depreciación Vida útil / vida económica Políticas de renovación de equipos

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	28.5	27.5	56
Resolución de problemas y/o ejercicios	16	20	36
Trabajos tutelados	3.5	32.5	36
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	3.5	12.5	16
Estudio de casos/análisis de situaciones	1	5	6

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

## Metodologías

	Descripción
Sesión magistral	Lección de aula clásica. Se hará hincapié en las competencias transversales correspondientes a la sostenibilidad ambiental de las actividades desarrolladas
Resolución de problemas y/o ejercicios	Resolución de problemas en el aula
Trabajos tutelados	Trabajos individuales o en grupo

## Atención personalizada



Metodologías	Descripción
Trabajos tutelados	Los alumnos presentarán las dudas sobre los ejercicios y trabajos realizados

Evaluación		Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
	Descripción					
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	Teórico-práctico: Conocer el ciclo de vida de las actividades *mineras, para que estén en activo y funcionen adecuadamente durante su uso.. Conocer las principales políticas que se deben emplear en la renovación de los equipos para que estén en perfectas condiciones. Conocer y saber interpretar la legislación de minas y poder tramitar un permiso *minero desde lo principio. Dominar y aplicar la legislación específica en materia de seguridad *minera y conocer todos los trámites legales en este campo. Conocer la legislación ambiental y de aguas que afecta a una explotación *minera.	80	A3	B1	C21	D4
				B2		D5
				B3		D6
				B4		D8
				B5		D10
				B6		
Estudio de casos/análisis de situaciones	Resolución de casos prácticos en el examen. Resultados de aprendizaje: Conocer el ciclo de vida de las actividades mineras, para que estén en activo y funcionen adecuadamente durante su uso. Conocer y saber interpretar la legislación de minas y poder tramitar un permiso minero desde el principio.	20	A3	B4		D4
						D8

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Las fechas de evaluación para el curso académico 2016-2017 pueden consultarse en la página web de la ETSI Minas, Planificación académica-Exámenes-Máster Ingeniería de Minas

17/01/2018 16h M-107

02/07/2018 16h M-106

Los exámenes ordinarios y extraordinarios se valorarán con el mismo criterio

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

BOE, **Ley 22/1973 de Minas**, BOE,

BOE, **Real Decreto 2857/1978. Reglamento Genral para el Régimen de la Minería**, BOE,

BOE, **Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental**, BOE,

BOE, **Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y RD 1389/1997 sobre Minería**, BOE,

BOE, **RD 863/1985. Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera e ITC que lo desarrollan**, BOE,

**Ingeniería de Mantenimiento. Técnicas y métodos de aplicación a la operativa de los equipos**, AENOR Ediciones,

Kelly, A.; Harris, M.J., **Gestión del Mantenimiento Industrial**, Fundación Repsol Publicaciones,

BOE, **Norma UNE-EN 13306: Terminología del mantenimiento. Norma UNE-EN 13460: Mantenimiento.**

**Documentos para el mantenimiento. Norma UNE-EN 13269: Mantenimiento. Guía para la preparación de contratos de mant,**

### Recomendaciones

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Simulación Aplicada a Mecánica de Fluidos**

Asignatura	Simulación Aplicada a Mecánica de Fluidos			
Código	V09M148V01305			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	2	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Profesorado	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Correo-e	emortega@uvigo.es			
Web	<a href="http://emortega.webs.uvigo.es/">http://emortega.webs.uvigo.es/</a>			
Descripción general	Esta asignatura se presenta como una introducción a la dinámica de fluidos computacional que, partiendo de un conocimiento de las ecuaciones de conservación de los fluidos (ya adquirido por los alumnos en asignaturas previas) permita al alumno realizar simulaciones sencillas que involucren a un fluido como medio de trabajo.			

**Competencias**

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
B7	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia.
C19	Competencia específica CA1. Capacidad para abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería, desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, capacidad para formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo, proyecto, planificación y gestión, así como capacidad para la interpretación de los resultados obtenidos, en el contexto de la Ingeniería de Minas.
C20	Competencia Específica CA2. Conocimiento adecuado de aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, geotecnia, carboquímica y petroquímica
D1	Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
D2	Competencia Transversal CT2. Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
D11	Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Poseer los conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, en concreto de los métodos avanzados de simulación numérica en Mecánica de Fluidos: Técnicas CFD, flujos de capa límite, modelos de turbulencia, entre otros.	A1 A2 B7 C19 C20 D1 D2

Saber analizar sistemas en el que el fluido sea el medio de trabajo mediante técnicas de Dinámica de Fluidos Computacional.

A1  
A2  
B7  
C19  
C20  
D1  
D2  
D11

## Contenidos

Tema	
1. Introducción a la dinámica de fluidos computacional. Ecuaciones y modelos.	1.1 Ecuaciones generales del movimiento de fluidos. 1.1.a Notación integral 1.1.b Notación diferencial 1.1.c Notación compacta  1.2 Números adimensionales relevantes en mecánica de fluidos 1.2.a Ejemplos de modelos límite  1.3 Particularidades de los flujos: Capas límite
2. Flujos turbulentos	2.1 Introducción  2.2 Escala de Kolmogorov  2.3 Inviabilidad de la simulación numérica directa  2.4 Modelos de turbulencia 2.4.a Modelos RANS: - Promedios de Reynolds y de Favre - Ecuaciones promediadas. Esfuerzos aparentes de Reynolds. Problema del cierre - Hipótesis de Boussinesq: modelos algebraicos, de una ecuación y de dos ecuaciones - Leyes de pared. Modelos de alto y bajo número de Reynolds - Modelos de transporte de esfuerzos aparentes de Reynolds 2.4.b Modelos LES
3. Métodos específicos de resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes.	3.1 Discretización de las ecuaciones de fluidos. 3.1.a Discretización del dominio computacional 3.1.b Ecuaciones discretizadas en FVM 3.1.c Discretización de las condiciones de contorno 3.1.d Tratamiento de las capas límite  3.2 Flujos incompresibles. Ecuación de presión 3.2.a Métodos de compresibilidad artificial 3.2.b Acoplamiento presión-velocidad
4. Introducción al uso de distintos software (Comsol y OpenFoam*) de simulación numérica de fluidos. Prácticas en aula informática	4.1 Flujo alrededor de un escalón. Flujo laminar y flujo turbulento 4.2 Fuerzas aerodinámicas sobre cuerpos. Ejemplo de cálculo de la calle de Kármán tras un cilindro de sección circular  4.3 Ejemplo del flujo en el interior de una cavidad 4.4 Ejemplo de un dispositivo mezclador de corrientes  4.5 Se propondrán ejercicios de simulación numérica para ser resueltos de forma más independiente por los alumnos. Si el ritmo de clase lo permite se presentarán simulaciones adicionales

\*El uso de estos software quedará condicionado a la disponibilidad de licencias de uso por parte del centro así como a la correcta instalación de los mismos en el aula informática asignada

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	12	27.5	39.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	4	14	18
Prácticas en aulas de informática	8	5	13
Pruebas de tipo test	1.5	0	1.5
Estudio de casos/análisis de situaciones	3	0	3

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Sesión magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante.
Resolución de problemas y/o ejercicios	Actividad en la que se formulan problema y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Se suele utilizar como complemento de la lección magistral.
Prácticas en aulas de informática	Actividades de aplicación de conocimientos a situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio, que se realizan en aulas de informática.

### **Atención personalizada**

<b>Metodologías</b>	<b>Descripción</b>
Sesión magistral	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura
Prácticas en aulas de informática	Se atenderá de forma personalizada al alumno en la sesión de preguntas que se formularán durante las sesiones magistrales, así como en las prácticas informáticas Asimismo se atenderá al alumno de forma personalizada en las sesiones de tutorías de la asignatura

### **Evaluación**

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Pruebas de tipo test	Pruebas para evaluación de las competencias adquiridas que incluyen preguntas cerradas con diferentes alternativas de respuesta (verdadero/falso, elección múltiple, emparejamiento de elementos...). Los alumnos seleccionan una respuesta entre un número limitado de posibilidades. Estas pruebas evalúan el resultado de aprendizaje siguiente: "Poseer los conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de mecánica de fluidos, en concreto de los métodos avanzados de simulación numérica en Mecánica de Fluidos: Técnicas CFD, flujos de capa límite, modelos de turbulencia, entre otros"	50	B7	C19	D1 C20
Estudio de casos/análisis de situaciones	Prueba en que se plantea una situación o problemática ya dada o que puede darse, partiendo de los diferentes factores involucrados, el análisis de los antecedentes, condiciones, de la situación, etc.  Esta prueba evalúa el resultado de aprendizaje siguiente: "Saber analizar sistemas en el que el fluido sea el medio de trabajo mediante técnicas de Dinámica de Fluidos Computacional."	50	A1 A2	C19	D1 D2 D11

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

Examen Final: Ponderación del 70% de la nota final de la asignatura. Se podrá llevar a cabo a cabo un test de evaluación de los conocimientos expuestos en las sesiones magistrales y se podrán plantear asimismo problemas o Estudios de casos a resolver. Será necesario obtener una nota mínima (de 2.5 sobre 10) en cada parte del examen (test y resolución de problemas/estudio de casos) para poder hacer media

Evaluación continua: Ponderación del 30% sobre la nota final de la asignatura. Se llevará a cabo un test y/o ejercicio. Se valoraran los ejercicios de simulación numérica realizados durante las prácticas del curso

La metodología de las pruebas de la segunda convocatoria serán del mismo tipo que de las de la primera convocatoria  
Las fechas de evaluación para el curso académico 2017-2018 pueden consultarse en la página web de la Escuela

---

**Fuentes de información**

---

**Bibliografía Básica**

BLAZEK, J., **Computacional Fluid Dynamics: Principles and Applications**, Elsevier,

BARRERO & PÉREZ-SABORID, **Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos**, Mc Graw Hill,

CRESPO, A., **Mecánica de fluidos**, Ed. Thomson,

**Bibliografía Complementaria**

SCHLICHTING, H, **Teoría de la capa límite**, Ediciones Urmo,

WILCOX, **Turbulence Modeling**, DCW Industries,

Davidson, P. A, **Turbulence, an Introduction for Scientist and Engineers**, Oxford Univ. Press,

FERZIGER, J., MILOVAN, P., **Computational Methods for fluid Dynamics**, 2ª edición, Springer,

CHUNG, **Computational fluid Dynamics**, Cambridge University Press,

HOMSY et al., **Mecánica de Fluidos Multimedia**, Cambridge University Press,

COMSOL Multiphysics®, **Comsol Multiphysics User Guide**, COMSOL AB.,

<http://www.comsol.com/>,

[www.openfoam.com](http://www.openfoam.com),

Greenshields, C. J., **OpenFOAM The Open Source CFD Toolbox. User Guide**, OpenFOAM Foundation Ltd.,

---

**Recomendaciones**

---

**Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Simulación Aplicada a Mecánica de Sólidos/V09M148V01301

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Matemáticas Avanzadas/V09M148V01205

**Otros comentarios**

Dedicar el tiempo indicado de trabajo personal asignado, así como recurrir a tutorías personales con el profesor para resolver las posibles dudas que surjan durante el trabajo personal del alumno.

Se recomienda un seguimiento total de la materia así como una actitud activa en las clases.

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Gestión de Recursos Energéticos**

Asignatura	Gestión de Recursos Energéticos			
Código	V09M148V01306			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	2	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería eléctrica Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Cidrás Pidre, Jose Eguía Oller, Pablo			
Profesorado	Cidrás Pidre, Jose Eguía Oller, Pablo			
Correo-e	peguia@uvigo.es jcidras@uvigo.es			
Web				
Descripción general	En esta materia se plantea que el alumno sea capaz de analizar y resolver aquellos problemas relacionados con la gestión de la energía, tanto desde un punto de vista técnico como ambiental y económico.			

**Competencias**

Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B7	Conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de métodos matemáticos, analíticos y numéricos de la ingeniería, mecánica de fluidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estructuras, carboquímica, petroquímica y geotecnia.
C3	Competencia Específica CE3. Capacidad para planificar y gestionar recursos energéticos, incluyendo generación, transporte, distribución y utilización.
D1	Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
D6	Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.
D7	Competencia Transversal CT7. Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, desarrollando valores propios de la dinámica del pensamiento científico, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc
D8	Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.
D9	Competencia Transversal CT9. Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.
D10	Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.
D12	Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Conocer tanto las oportunidades de selección de los diferentes recursos energéticos como los convertidores de energía disponibles para hacer frente a las necesidades energéticas de los diferentes sectores productivos y las circunstancias de orden técnico, económico, social y ambiental que intervienen.	A2 A4 A5 B7 C3 D1 D6 D7 D8 D9 D10 D12
Conocer los rendimientos y costes derivados de la utilización de los diversos convertidores de energía, así como los combustibles disponibles.	A2 A4 A5 B7 C3 D1 D6 D7 D8 D9 D10 D12
Conocer los aspectos técnicos y económicos asociados a la gestión de las llamadas industrias de red; la electricidad y el gas natural, en el marco de la liberalización de dichos sectores.	A2 A4 A5 B7 C3 D1 D6 D7 D8 D9 D10 D12
Comprender los aspectos de racionalización, optimización y medioambientales de la utilización de la energía en la industria y en los servicios.	A2 A4 A5 B7 C3 D1 D6 D7 D8 D9 D10 D12
Conocer las técnicas de análisis de sistemas eléctricos en régimen estacionario.	A2 A4 A5 B7 C3 D1 D6 D7 D8 D9 D10 D12

## Contenidos

### Tema

COMBUSTIBLES	Características Límite de Inflamabilidad Temperatura de Inflamación e Ignición Intercambiabilidad de Gases
--------------	---

**INSTALACIONES DE GAS**

REAL DECRETO 919/2006 (Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias)  
 Normas UNE de referencia  
 Normativa de empresas suministradoras  
 Suministros de GLP  
 Instalaciones receptoras de gas  
 Instalaciones con depósitos fijos

Operación del sistema eléctrico. Mercado eléctrico.	Agentes del mercado eléctrico. Funcionamiento del mercado. Facturación.
Análisis de sistemas eléctricos de potencia	Modelado de sistemas eléctricos Análisis en régimen estacionario
Introducción a las energías renovables	Fuentes de energías eléctrica y térmica de energía renovable Integración en los sistemas eléctricos Almacenamiento de energía
Eficiencia energética en los sistemas eléctricos	Eficiencia energética en los consumos, en el transporte y en la generación eléctrica: Indicadores. Elementos de regulación.

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	10	24	34
Resolución de problemas y/o ejercicios	11	22	33
Estudio de casos/análisis de situaciones	10	22	32
Salidas de estudio/prácticas de campo	2	0	2
Prácticas en aulas de informática	15	30	45
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	4	0	4

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

**Metodologías**

	Descripción
Sesión magistral	El profesor expondrá en la clase el contenido de la materia.
Resolución de problemas y/o ejercicios	El profesor propondrá casos prácticos que se resolverán en el aula.
Estudio de casos/análisis de situaciones	El profesor propondrá casos prácticos que deberán ser resultados de forma autónoma, al menos en parte, por el alumno.
Salidas de estudio/prácticas de campo	Visita a instalaciones relacionadas con energías eléctricas y térmicas.
Prácticas en aulas de informática	Se realizarán problemas y ejercicios prácticos que requieren soporte informático, que requieren búsqueda de información, uso de programas de cálculo.

**Atención personalizada**

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	El profesorado de la materia resolverá las dudas de los alumnos en tutorías relativas al desarrollo de la materias y las metodologías de la misma.
Prácticas en aulas de informática	El profesorado de la materia resolverá las dudas de los alumnos en tutorías relativas al desarrollo de la materias y las metodologías de la misma.
Estudio de casos/análisis de situaciones	El profesorado de la materia resolverá las dudas de los alumnos en tutorías relativas al desarrollo de la materias y las metodologías de la misma.
Resolución de problemas y/o ejercicios	El profesorado de la materia resolverá las dudas de los alumnos en tutorías relativas al desarrollo de la materias y las metodologías de la misma.
Salidas de estudio/prácticas de campo	El profesorado de la materia resolverá las dudas de los alumnos en tutorías relativas al desarrollo de la materias y las metodologías de la misma.

**Evaluación**

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje



Estudio de casos/análisis de situaciones	<p>Realización y presentación de los casos prácticos planteados por el profesor.</p> <p><b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE:</b></p> <p>1) Conocer tanto las oportunidades de selección de los diferentes recursos energéticos como los convertidores de energía disponibles para hacer frente a las necesidades energéticas de los diferentes sectores productivos y las circunstancias de orden técnico, económico, social y ambiental que intervienen.</p> <p>2) Conocer los rendimientos y costes derivados de la utilización de los diversos convertidores de energía, así como los combustibles disponibles.</p> <p>3) Conocer los aspectos técnicos y económicos asociados a la gestión de las llamadas industrias de red; la electricidad y el gas natural, en el marco de la liberalización de dichos sectores.</p> <p>4) Comprender los aspectos de racionalización, optimización y medioambientales de la utilización de la energía en la industria y en los servicios.</p> <p>5) Conocer las técnicas de análisis de sistemas eléctricos en régimen estacionario.</p>	15	A2 B7 C3 A4 A5
Prácticas en aulas de informática	<p>Asistencia a las prácticas y presentación de las memorias de las mismas. Para superar esta parte es necesario asistir al menos al 75% de las horas asignadas, en caso contrario, el alumno realizará una prueba de esta parte de la materia.</p> <p><b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE:</b></p> <p>1) Conocer tanto las oportunidades de selección de los diferentes recursos energéticos como los convertidores de energía disponibles para hacer frente a las necesidades energéticas de los diferentes sectores productivos y las circunstancias de orden técnico, económico, social y ambiental que intervienen.</p> <p>2) Conocer los rendimientos y costes derivados de la utilización de los diversos convertidores de energía, así como los combustibles disponibles.</p> <p>3) Conocer los aspectos técnicos y económicos asociados a la gestión de las llamadas industrias de red; la electricidad y el gas natural, en el marco de la liberalización de dichos sectores.</p> <p>4) Comprender los aspectos de racionalización, optimización y medioambientales de la utilización de la energía en la industria y en los servicios.</p> <p>5) Conocer las técnicas de análisis de sistemas eléctricos en régimen estacionario.</p>	15	A5 B7 C3
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	<p>El examen consistirá en la resolución de casos prácticos y desarrollo de cuestiones teóricas. Se deberá alcanzar una nota superior al 30% de la calificación máxima en esta prueba.</p> <p><b>RESULTADOS DE APRENDIZAJE:</b></p> <p>1) Conocer tanto las oportunidades de selección de los diferentes recursos energéticos como los convertidores de energía disponibles para hacer frente a las necesidades energéticas de los diferentes sectores productivos y las circunstancias de orden técnico, económico, social y ambiental que intervienen.</p> <p>2) Conocer los rendimientos y costes derivados de la utilización de los diversos convertidores de energía, así como los combustibles disponibles.</p> <p>3) Conocer los aspectos técnicos y económicos asociados a la gestión de las llamadas industrias de red; la electricidad y el gas natural, en el marco de la liberalización de dichos sectores.</p> <p>4) Comprender los aspectos de racionalización, optimización y medioambientales de la utilización de la energía en la industria y en los servicios.</p> <p>5) Conocer las técnicas de análisis de sistemas eléctricos en régimen estacionario.</p>	70	A2 B7 C3 D1 A4 D6 D7 D8 D9 D10 D12

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Las fechas de evaluación para el curso académico 2017-2018 pueden consultarse en la página web de la Escuela de Enseñaría de Minas y Energía Planificación académica-Exámenes Primera edición: 8 Enero. M-107-16:00 h Segunda edición: 21 Junio. M-106.16:00 h Condiciones para la Evaluación de la segunda edición: Las mismas que en la primera edición. Para las Prácticas de laboratorio (15%) se mantendrá la calificación de la primera edición salvo que el alumno no había sido evaluado, en este caso tendrá que realizar la prueba. Para el Caso práctico (15%) se conservará la calificación de la primera edición salvo que el alumno no había sido evaluado o quiera repetir la prueba.

---

**Fuentes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

Antonio Gómez Expósito (coord), **Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica**,

Fermín Barrero, **Sistemas de Energía Eléctrica**,

Villarrubia Lopez, Miguel, **INGENIERÍA DE LA ENERGÍA EOLICA**,

CENSOLAR, **La Energía Solar: Aplicaciones prácticas**, Progensa,

J.A. de Andrés y R. Pommatta, **Instalaciones de combustibles gaseosos**, 1ª, AMV Ediciones, 1997

Emilio Guerra Chavarino y Emilio Guerra Soriano, **Manual Práctico de Instalaciones de Depósitos Fijos de GLP**, 1ª Ed., El Instalador, 1997

---

---

**Recomendaciones**

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Túneles e Infraestructuras Subterráneas**

Asignatura	Túneles e Infraestructuras Subterráneas			
Código	V09M148V01307			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	2	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	García Menéndez, Julio Francisco			
Profesorado	García Menéndez, Julio Francisco			
Correo-e	jgarcia@cippinternacional.com			
Web				
Descripción general	<p>El objetivo fundamental de esta asignatura es que el alumnado alcance los conocimientos específicos necesarios sobre túneles e infraestructuras subterráneas en general, de manera que pueda afrontar su futuro profesional dentro de este ámbito con garantías de éxito.</p> <p>La asignatura se apoya fuertemente sobre conocimientos adquiridos previamente en otras materias de la carrera, lo que le confiere un carácter integrador, dando al alumnado una visión global y muy enriquecedora de sus estudios.</p> <p>Desde esta perspectiva subyace otro objetivo más general: el que el alumnado sea capaz de interrelacionar sus conocimientos para aplicarlos conjuntamente con coherencia en la consecución de un fin</p>			

**Competencias**

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
B3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas
C4	Competencia Específica CE4. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y espacios subterráneos, incluyendo la construcción de túneles y otras infraestructuras subterráneas.
C6	Competencia Específica CE6. Capacidad para proyectar y ejecutar tratamientos de aguas y gestión de residuos (urbanos, industriales o peligrosos).
C7	Competencia Específica CE7. Capacidad para evaluar y gestionar ambientalmente proyectos, plantas o instalaciones.
C13	Competencia Específica CE13. Capacidad para la realización de estudios de gestión del territorio y los espacios subterráneos.
C16	Competencia Específica CE16. Capacidad para proyectar y ejecutar túneles, obras y espacios subterráneos.
D1	Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
D5	Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
D6	Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.
D11	Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Identificar el valor añadido del subsuelo y el espacio subterráneo y sus posibles usos	A4 A5 B3 C4 C13 D1
Diseñar espacios subterráneos para métodos de explotación y otras infraestructuras subterráneas específicas	B2 C4 C13 C16 D1 D5 D11
Conocer los distintos métodos de excavación mecánica y estimar consumo de cortadores	A2 C4 C16 D11
Evaluar los problemas derivados de la sobreexcavación en túneles e implementar medidas de control	A1 A4 A5 C16 D11
Identificar las particularidades de diseño del sostenimiento en condiciones difíciles	A1 C16 D5 D11
Valorar y mitigar los efectos no deseados de la excavación de túneles	A1 A2 A4 A5 B2 C6 C7 C16 D6

## Contenidos

Tema

INTRODUCCIÓN

EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA. OPERACIÓN  
OPERACIÓN MANUAL  
MAQUINARIA CONVENCIONAL  
MINADOR  
TBM

TIPOLOGÍA DE OBRAS  
POZOS Y GALERÍAS  
RAISE BORING  
TÚNELES FERROVIARIOS  
TÚNELES CARRETEROS  
METRO

MICROTUNELACIÓN

OTRAS ACTUACIONES  
VENTILACIÓN  
ILUMINACIÓN  
IMPERMEABILIZACIÓN  
INSTRUMENTACIÓN  
REVESTIMIENTO  
ETC.

PREPARACIÓN DE OFERTAS

SUPUESTOS PRÁCTICOS

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Resolución de problemas y/o ejercicios	10	0	10
Presentaciones/exposiciones	6	0	6
Prácticas en aulas de informática	12	0	12
Salidas de estudio/prácticas de campo	4	0	4

Trabajos tutelados	0	100	100
Sesión magistral	16	0	16
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	1	0	1
Estudio de casos/análisis de situaciones	1	0	1

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Resolución de problemas y/o ejercicios	Formulación de problemas y/o ejercicios relacionados con la materia a resolver por el estudiante
Presentaciones/exposiciones	Exposición por parte del alumnado ante el docente y/o un grupo de estudiantes de un tema sobre contenidos de la materia o de los resultados de un trabajo, ejercicio, proyecto
Prácticas en aulas de informática	Se trabajará con programas informáticos para la resolución de problemas y ejercicios
Salidas de estudio/prácticas de campo	Se hará un esfuerzo por realizar al menos una salida a un túnel en ejecución
Trabajos tutelados	Se trata del trabajo que el alumno realizará de forma autónoma, del cual se realizará la tutela precisa a requerimiento del alumno.
Sesión magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices prácticas, aplicando metodologías que favorezcan el aprendizaje activo en el aula

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	En cualquiera de las metodologías presentadas, el alumno podrá exponer las dudas y dificultades en la comprensión de los conceptos y en la resolución de problema, para su atención
Resolución de problemas y/o ejercicios	En cualquiera de las metodologías presentadas, el alumno podrá exponer las dudas y dificultades en la comprensión de los conceptos y en la resolución de problema, para su atención
Trabajos tutelados	En cualquiera de las metodologías presentadas, el alumno podrá exponer las dudas y dificultades en la comprensión de los conceptos y en la resolución de problema, para su atención

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	Se realizarán 4 cuestiones en examen escrito, en las que se valorará, en las respuestas a las preguntas expuestas, el conocimiento demostrado y la exactitud y rigor técnico de su redacción y presentación. Resultados de evaluación: Identificar el valor añadido del subsuelo y el espacio subterráneo y sus posibles usos. Diseñar espacios subterráneos para métodos de explotación y otras infraestructuras subterráneas específicas. Conocer los distintos métodos de excavación mecánica y estimar consumo de cortadores. Evaluar los problemas derivados de la sobreexcavación en túneles e implementar medidas de control. Identificar las particularidades de diseño del sostenimiento en condiciones difíciles. Valorar y mitigar los efectos no deseados de la excavación de túneles.	60	A1 B2 C4 D1 A2 B3 C6 D5 A4 C7 D6 A5 C13 D11 C16
Estudio de casos/análisis de situaciones	Se planteará un supuesto práctico para su análisis, en el que se valorará, en las respuestas a los casos y análisis de situaciones expuestos, el conocimiento demostrado y la exactitud y rigor técnico de los cálculos realizados, así como de su redacción y presentación. Resultados de evaluación: Diseñar espacios subterráneos para métodos de explotación y otras infraestructuras subterráneas específicas. Conocer los distintos métodos de excavación mecánica y estimar consumo de cortadores. Identificar las particularidades de diseño del sostenimiento en condiciones difíciles.	40	A1 B2 C4 D1 A2 B3 C6 D5 A4 C7 D6 A5 C13 D11 C16

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación de la segunda convocatoria seguirá los mismos criterios aplicados que en la primera convocatoria.

Las fechas de evaluación para el curso académico 2017-2018 pueden consultarse en la página web de la E. Minas y Energía

[http://minasyenergia.uvigo.es/gl/estudios/mestrado-en-\\*em](http://minasyenergia.uvigo.es/gl/estudios/mestrado-en-*em)

De acuerdo con el calendario aprobado por la junta de centro, serán el 19 de enero (convocatoria común) y el 6 de junio (convocatoria extraordinaria).

---

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

LUREANO CORNEJO ALVAREZ, **EXCAVACIÓN MECÁNICA DE TÚNELES**, LUREANO CORNEJO ALVAREZ, 1998

#### **Bibliografía Complementaria**

CARLOS LOPEZ JIMENO, **MANUAL DE TÚNELES Y OBRAS SUBTERRÁNEAS**, 3, 2000

VARIOS AUTORES, **INGEO TÚNELES**, politécnica de madrid,

---

---

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Diseño y Ejecución de Obras Subterráneas/V09M148V01105

Explosivos y Voladuras/V09M148V01104

Ingeniería de Minerales y Materiales/V09M148V01201

Ingeniería de Taludes/V09M148V01108

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Trabajo Fin de Máster**

Asignatura	Trabajo Fin de Máster			
Código	V09M148V01401			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	18	OB	2	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	Alonso Prieto, Elena Mercedes			
Profesorado	Alonso Prieto, Elena Mercedes			
Correo-e	ealonso@uvigo.es			
Web	<a href="http://Plataforma TEM@">http://Plataforma TEM@</a>			
Descripción general	El objetivo de esta materia es que los estudiantes sean capaces de elaborar y defender, de forma individual, un trabajo consistente en un proyecto integral del ámbito de la ingeniería de minas de naturaleza profesional en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas previas de la titulación.			

**Competencias**

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
A4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
B1	Capacitación científico-técnica y metodológica para el reciclaje continuo de conocimientos y el ejercicio de las funciones profesionales de asesoría, análisis, diseño, cálculo, proyecto, planificación, dirección, gestión, construcción, mantenimiento, conservación y explotación en sus campos de actividad.
B2	Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico, legal y de la propiedad que se plantean en el proyecto de una planta o instalación, y capacidad para establecer diferentes alternativas válidas, elegir la óptima y plasmarla adecuadamente, previendo los problemas de su desarrollo, y empleando los métodos y tecnologías más adecuadas, tanto tradicionales como innovadores, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia y favorecer el progreso y un desarrollo de la sociedad sostenible y respetuoso con el medio ambiente.
B3	Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Minas
B4	Conocimiento de la profesión de Ingeniero de Minas y de las actividades que se pueden realizar en el ámbito de la misma.
B5	Conocimiento para aplicar las capacidades técnicas y gestoras de actividades de I+D+i dentro de su ámbito.
C18	Competencia Específica CE18. Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un trabajo realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería de Minas de naturaleza profesional en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.
D1	Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
D2	Competencia Transversal CT2. Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
D3	Competencia Transversal CT3. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
D4	Competencia Transversal CT4. Desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.

D5	Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
D6	Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.
D7	Competencia Transversal CT7. Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, desarrollando valores propios de la dinámica del pensamiento científico, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc
D8	Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.
D9	Competencia Transversal CT9. Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.
D10	Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.
D11	Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
D12	Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

### Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Desarrollar un trabajo original de forma individual y presentar y defender el mismo ante un tribunal universitario.	A1 A4 A5 B5 C18 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D10
Integrar conocimientos, metodologías procedimentales y competencias adquiridas previamente para resolver un problema relacionado con el ámbito de la Ingeniería de Minas en su concepción más amplia	A2 A3 B1 B2 D1 D9 D11 D12
Comunicar de forma precisa y sin ambigüedades, tanto de forma escrita como oral, conocimientos, procedimientos, argumentos, resultados, ideas y conclusiones, a públicos especializados y no especializados en el ámbito de la Ingeniería de Minas.	A4 D3
Conocer y aplicar la legislación correspondiente en el ámbito en el que se desarrolla el Trabajo Fin de Máster y manejar los reglamentos y normativa de obligado cumplimiento.	B3 B4 D5 D8 D10
Redactar correctamente un documento de carácter técnico y/o científico.	A4 D3

### Contenidos

Tema



Cada curso académico se ofertará una relación de temas sobre los que podría versar el Trabajo Fin de Máster, cada uno de los cuales contará con un tutor que se encargará de orientar al estudiante en la elaboración del trabajo, la redacción del documento final y la preparación de la exposición pública del trabajo realizado.

El documento final donde se plasmará el trabajo realizado deberá contener, al menos: (i) objetivos del trabajo, (ii) metodología/s empleadas, (iii) resultados obtenidos, (iv) legislación aplicable en su caso, (v) impacto ambiental en su caso, (vi) presupuesto en su caso, (vi) conclusiones y (v) bibliografía.

El desarrollo de la materia contempla la asistencia presencial a 4 horas de sesión magistral, donde se proporcionarán las pautas de carácter general en relación a: (i) planificación del trabajo a desarrollar (tiempos, objetivos, metodologías), (ii) redacción de textos de carácter científico/tecnológico, informes técnicos, etc... y (iii) preparación de la exposición pública.

El resto de la presencialidad de esta materia estará condicionada por el tipo de trabajo a realizar, básicamente por la necesidad de realizar ensayos o pruebas en laboratorios. En otros casos la presencialidad quedaría limitada a la relativa a las acciones de tutorización de carácter presencial.

Finalmente, señalar que, en relación a las competencias específicas, se trabajarán las relacionadas directamente con el ámbito en el que se desarrolle el Trabajo Fin de Máster.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Presentaciones/exposiciones	2	0	2
Sesión magistral	4	0	4
Trabajos tutelados	10	434	444

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Presentaciones/exposiciones	Exposición por parte del alumnado ante un tribunal de un tema sobre contenidos de la materia o resultados de un trabajo o proyecto realizado de forma individual.
Sesión magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante
Trabajos tutelados	El estudiante, de manera individual, elabora un documento sobre la temática de la materia o prepara ensayos, resúmenes de lecturas, conferencias, etc...

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajos tutelados	Las dudas y cuestiones planteadas por los estudiantes en relación al desarrollo de la materia y la aplicación del Reglamento de elaboración, defensa y evaluación del TFM serán atendidas por la persona coordinadora de la materia. Las dudas y cuestiones específicas relativas a la temática del TFM serán atendidas por las personas tutoras del TFM.

Sesión magistral En el calendario de desarrollo del TFM se contempla la realización de dos sesiones presenciales: (i) una sesión informativa sobre las cuestiones relativas a la implementación del Reglamento de elaboración, defensa y evaluación del TFM y (ii) sesión formativa sobre redacción de textos técnicos/científicos y preparación de material para la exposición de un trabajo técnico/científico. Las dudas y cuestiones relativas a estas sesiones serán atendidas en las propias sesiones y en horario de tutorías por la persona coordinadora de la materia TFM.

<b>Evaluación</b>				
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje	
Presentaciones/exposiciones	El tribunal evaluador valorará el trabajo y su exposición y defensa. Los resultados del aprendizaje que se evalúan son: (i) Comunicar de forma precisa y sin ambigüedades, tanto de forma escrita como oral, conocimientos, argumentos, resultados, ideas y conclusiones, a públicos especializados y no especializados en el ámbito de la ingeniería de minas y (ii) Redactar correctamente un documento de carácter técnico y/o científico.	70	A4	C18 D3 D7
Trabajos tutelados	El tutor del trabajo realizará un informe de valoración del trabajo. Los resultados del aprendizaje que se evalúan son: (i) Desarrollar un trabajo original de forma individual y presentar y defender el mismo ante un tribunal universitario, (ii) Integrar conocimientos, metodologías procedimentales y competencias adquiridas previamente para resolver un problema relacionado con el ámbito de la ingeniería de minas en su concepción más amplia y (iii) Conocer y aplicar la legislación correspondiente en el ámbito en el que se desarrolla el Trabajo Fin de Máster y manejar los reglamentos y normativa de obligado cumplimiento.	30	A1 B1 A2 B2 A3 B3 A5 B5	D1 D2 D4 D5 D6 D8 D9 D10 D11 D12

#### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

La calificación final será realizada por el tribunal evaluador y se empleará la rúbrica en base a lo establecido en el Reglamento de elaboración, tramitación, defensa y exposición do Trabajo Fin de Máster de la titulación.

La regulación relativa al desarrollo, elaboración, asignación de tutores, tramitación, exposición y defensa, evaluación y calificación es la contemplada en el Reglamento de elaboración, tramitación, defensa y exposición do Trabajo Fin de Máster de la titulación, disponible en la página Web do centro.

<http://minasyenergia.uvigo.es/>

Las fechas de la exposición pública del Trabajo Fin de Máster serán los días 14 y 15 de junio de 2018 (primera edición) y 18 de julio de 2018 (segunda edición). De ser necesario (por número de estudiantes) se habilitará un segundo día para la exposición de TFM en la segunda edición.

Toda la información y fechas relativas al prodedimento administrativo previo a la exposición pública serán comunicadas a través de la plataforma de teledocencia

#### **Fuentes de información**

##### **Bibliografía Básica**

##### **Bibliografía Complementaria**

#### **Recomendaciones**

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Automática</b>				
Asignatura	Automática			
Código	V09M148V01402			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	3	OB	2	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de sistemas y automática			
Coordinador/a	Armesto Quiroga, José Ignacio			
Profesorado	Armesto Quiroga, José Ignacio			
Correo-e	armesto@uvigo.es			
Web				
Descripción general	En esta materia se presentan conceptos básicos de los sistemas de automatización industrial y de los métodos de control, considerando como elementos centrales de los mismos el autómatas programable y la regulación PID.			

<b>Competencias</b>	
Código	
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
C8	Competencia Específica CE8. Conocimiento de sistemas de control y automatismos.
D5	Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
D12	Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Adquirir una visión realista del alcance actual de los sistemas de control y automatización industrial	A5 C8
Identificar los elementos constitutivos de un sistema de automatización industrial, cómo funcionan y cómo se dimensionan.	A2 A4 A5 C8 D12
Comprender los fundamentos de los autómatas programables y su aplicación para automatizar diferentes tipos de plantas industriales.	A2 A5 C8 D5 D12

<b>Contenidos</b>	
Tema	
1.- Introducción a los sistemas de control.	Regulación automática. Concepto de realimentación. Sistemas de regulación en bucle abierto y bucle cerrado. Bucle típico de control. Nomenclatura y definiciones.
2.- Equipos para la automatización industrial.	Ejemplos y tipos de sistemas de automatización industrial. Sistemas de control numérico. Autómatas programables. Computadores industriales. Controladores de procesos continuos. Robots industriales. Sistemas de manipulación de elementos.

3.- Programación de autómatas.	Elementos del autómata programable. Ciclo de funcionamiento. Direccionamiento y acceso a periferia. Instrucciones, variables y operandos. Programación lineal y estructurada. Variables binarias. Entradas, salidas y memoria. Lenguajes de programación del estándar IEC 61131-3
4.- Modelado y análisis de sistemas.	Modelado de sistemas continuos. Transformada de Laplace. Estabilidad. Respuesta transitoria y permanente de sistemas de primer y segundo orden.
5.- Reguladores y ajuste de parámetros.	Acciones básicas de control. Efectos proporcional, integral y derivativo. Regulador PID. Métodos empíricos de sintonía de reguladores PID.
6.- Diseño e implantación de sistemas de automatización industrial.	Introducción. Arquitectura de sistemas de automatización. Diseño de los cuadros de control y maniobra. Electrificación: cableado clásico, sistemas precableados, entradas/salidas distribuidas. Proyectos de sistemas de automatización.
P1.- Introducción a STEP7.	Se explican los elementos básicos del programa STEP7, que permite crear y modificar programas de la familia SIMATIC de Siemens.
P2.- Programación de autómatas en STEP7.	Modelado de un ejemplo sencillo de automatización e implantación en STEP7 utilizando operaciones binarias.
P3.- Introducción a Simulink.	Se explican los elementos básicos del programa Simulink, una extensión de Matlab para la simulación de sistemas dinámicos. Estudio de la respuesta transitoria y permanente de sistemas de primer y segundo orden.
P4.- Ajuste empírico de un regulador PID.	Determinación de los parámetros de un regulador PID mediante métodos empíricos de sintonía.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	12	12	24
Resolución de problemas y/o ejercicios	4	8	12
Prácticas de laboratorio	8	16	24
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	2	13	15

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Sesión magistral	Exposición por parte del profesorado de los contenidos de la materia.
Resolución de problemas y/o ejercicios	El profesorado resolverá en el aula problemas o ejercicios y el alumnado tendrá que resolver ejercicios similares para adquirir las capacidades necesarias.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos adquiridos en las clases de teoría a situaciones concretas que puedan ser realizadas en el laboratorio de la asignatura.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Sesión magistral	Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del mismo. Dicha atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las de tutorías (en un horario prefijado).
Resolución de problemas y/o ejercicios	Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del mismo. Dicha atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las de tutorías (en un horario prefijado).
Prácticas de laboratorio	Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del mismo. Dicha atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las de tutorías (en un horario prefijado).
Pruebas	Descripción
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	Para un aprovechamiento eficaz de la dedicación del alumnado, el profesorado atenderá personalmente las dudas y consultas del mismo. Dicha atención tendrá lugar tanto en las clases de teoría, problemas y laboratorio como en las de tutorías (en un horario prefijado).

### Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

Prácticas de laboratorio	Se evaluará cada práctica de laboratorio entre 0 e 10 puntos, en función del cumplimiento de los objetivos fijados en el enunciado de la misma y de la preparación previa y actitud del alumnado. Cada práctica podrá tener distinta ponderación en la nota total.  RESULTADOS DE APRENDIZAJE EVALUADOS: Adquirir una visión realista del alcance actual de los sistemas de control y automatización industrial. Identificar los elementos constitutivos de un sistema de automatización industrial, cómo funcionan y cómo se dimensionan. Comprender los fundamentos de los autómatas programables y su aplicación para automatizar diferentes tipos de plantas industriales.	25	C8	D5 D12
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	Examen final de los contenidos de la materia, que podrá incluir problemas y ejercicios, con una puntuación entre 0 y 10 puntos.  RESULTADOS DE APRENDIZAJE EVALUADOS: Adquirir una visión realista del alcance actual de los sistemas de control y automatización industrial. Identificar los elementos constitutivos de un sistema de automatización industrial, cómo funcionan y cómo se dimensionan. Comprender los fundamentos de los autómatas programables y su aplicación para automatizar diferentes tipos de plantas industriales.	75	C8	D5 D12

### Otros comentarios sobre la Evaluación

- Se realizará una evaluación continua del trabajo del alumnado en las prácticas a lo largo de las sesiones de laboratorio establecidas en el cuatrimestre, siendo la asistencia a las mismas de carácter obligatorio. En el caso de no superarla, se realizará un examen de prácticas en la segunda convocatoria.
- Se podrán exigir requisitos previos para la realización de cada práctica de laboratorio.
- La evaluación de las prácticas para el alumnado que renuncie oficialmente a la Evaluación Continua se realizará en un examen de prácticas en las dos convocatorias.
- Deberán superarse ambas partes (prueba escrita y prácticas) para aprobar la materia, obteniéndose la nota total según el porcentaje indicado anteriormente. En el caso de no superar las dos o alguna de las partes, se podrá aplicar un escalado de las notas parciales de forma que la nota total no supere el 4.5.
- En el examen final se podrá establecer una puntuación mínima en un conjunto de cuestiones para superar el mismo.
- En la segunda convocatoria del mismo curso, el alumnado deberá examinarse de las partes no superadas en la primera convocatoria, con los mismos criterios de aquella.
- Según la normativa de evaluación continua, el alumnado sujeto a evaluación continua que se presente a alguna de las actividades evaluables recogidas en la guía docente de la asignatura será considerado como "presentado".

#### Calendario de exámenes:

- Convocatoria ordinaria: 25 enero 2018 (Aula M-211/16h)
- Convocatoria extraordinaria: 6 julio 2018 (Aula M-106/16h)

Esta información se puede verificar/consultar, de forma actualizada, en la página web del centro: <http://minasyenergia.uvigo.es/es/>

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

R. C. DORF, R. H. BISHOP, "**Sistemas de Control Moderno**", 10ª, Pearson Prentice Hall, 2005

E. MANDADO, J. MARCOS, C. FERNÁNDEZ, J.I. ARMESTO, "**Autómatas Programables y Sistemas de Automatización**", 2ª, Marcombo, 2009

#### Bibliografía Complementaria

A. BARRIENTOS et al., "**Control de sistemas continuos: problemas resueltos**", 1ª, Mc Graw-Hill, D.L., 1996

J.P. ROMERA, "**Automatización: problemas resueltos con autómatas programables**", 4ª, Paraninfo, 2002

SIMATIC (Recurso electrónico), "**SIMATIC Manual Collection S7-300**", 1ª, Siemens AG, 2000

K. OGATA, "**Ingeniería de control moderna**", 5ª, Pearson Educación, 2010

### Recomendaciones

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Prácticas Externas**

Asignatura	Prácticas Externas			
Código	V09M148V01403			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Minas			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	2	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	Taboada Castro, Javier			
Profesorado	Taboada Castro, Javier			
Correo-e	jtaboada@uvigo.es			
Web				
Descripción general	Prácticas en una empresa cuya actividad esté relacionada con el máster			

**Competencias**

Código	
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
A3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
A4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
A5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
C18	Competencia Específica CE18. Realización, presentación y defensa, una vez obtenidos todos los créditos del plan de estudios, de un trabajo realizado individualmente ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto integral de Ingeniería de Minas de naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.
D1	Competencia Transversal CT1. Saber evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso.
D2	Competencia Transversal CT2. Ser capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
D3	Competencia Transversal CT3. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
D4	Competencia Transversal CT4. Desarrollar la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.
D5	Competencia Transversal CT5. Ser capaz de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
D6	Competencia Transversal CT6. Concebir la Ingeniería de Minas en un marco de desarrollo sostenible.
D7	Competencia Transversal CT7. Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, desarrollando valores propios de la dinámica del pensamiento científico, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc
D8	Competencia Transversal CT8. Entender la trascendencia de los aspectos relacionados con la seguridad y saber transmitir esta sensibilidad a las personas de su entorno.
D9	Competencia Transversal CT9. Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.

- D10 Competencia Transversal CT10. Aplicar la legislación vigente del sector, identificar los elementos clave del entorno social y empresarial del sector y relacionarse con la administración competente integrando este conocimiento en la elaboración de proyectos de ingeniería y en el desarrollo de cualquiera de los aspectos de su labor profesional.
- D11 Competencia Transversal CT11. Adquirir conocimientos avanzados y demostrar, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en uno o más campos de estudio.
- D12 Competencia Transversal CT12. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de aspectos teóricos y prácticos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.

### Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Acercar la realidad profesional al alumnado y facilitar su relación con el ámbito económico, social, laboral y cultural y facilitar su integración en el ámbito laboral.	A2 A4 C18 D2 D4 D6 D8 D9 D10 D12
Identificar en un ámbito laboral determinado los elementos y procesos en los que se ha trabajado previamente en el proyecto formativo.	A1 A3 A5 D1 D3 D4 D5 D12
Enfrentarse a la resolución de problemas concretos con los condicionantes del ámbito laboral e identificar las variables relevantes en la resolución de los mismos.	A1 A2 A3 A4 C18 D1 D7 D8 D9 D10 D11
Identificar los elementos y claves que definen y determinan la organización de una empresa.	A2 A3 D3 D4 D5 D6 D8 D10
Potenciar la capacidad de trabajo en equipo	A3 A4 C18 D4 D5 D8 D9 D11 D12

### Contenidos

Tema

En relación a las competencias específicas, se trabajarán las relacionadas directamente con el ámbito en el que se desarrollen las prácticas externas.

En relación a las condiciones de realización de las prácticas y evaluación de la materia, se atenderá a lo dispuesto por el Reglamento de Prácticas Externas del alumnado de la Universidad de Vigo, aprobado en Consejo de Gobierno de la Universidad el 24 de Mayo de 2012, que desarrolla la normativa de ámbito legal (RD 1707/2011). En aplicación de la normativa de la Universidad de Vigo el centro de adscripción desarrollará la normativa correspondiente para regular sus competencias. En particular esta normativa debe regular: (i) procedimiento de oferta y difusión de las prácticas, (ii) criterios de asignación de las prácticas al alumnado, (iii) criterios de asignación de los tutores académicos, (iv) procedimientos para entrega de informes y memoria final, (vi) procedimiento para evaluar y calificar las prácticas.

Cada alumno contará con un tutor/a en la entidad colaboradora y un tutor/a académico.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas externas	0	210	210
Informes/memorias de prácticas externas o prácticum	0	15	15

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

### Metodologías

	Descripción
Prácticas externas	Trabajo en prácticas en una empresa cuya actividad se corresponda con el máster

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas externas	Los alumnos consultarán las dudas que les surjan sobre las prácticas

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Informes/memorias de prácticas externas o prácticum	Informe final del trabajo desarrollado en las prácticas.	100	A1	C18	D1
			A2		D2
			A3		D3
			A4		D4
			A5		D5
					D6
					D7
					D8
					D9
					D10
					D11
					D12

### Otros comentarios sobre la Evaluación

En la evaluación de las Prácticas Externas se tendrá en cuenta el informe realizado por el tutor académico (50%) y el informe realizado por el tutor de la empresa colaboradora (50%).

Todas las cuestiones relativas a la asignación de las empresas, tutores académicos, tutores de las entidades colaboradoras, elaboración, tramitación, evaluación y calificación de las prácticas externas están reguladas en base a lo establecido en el



Reglamento de Prácticas Externas de la titulación, disponible en la página Web del centro.<http://minasyenergia.uvigo.es/gl/practicasyemprego>

---

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

#### **Bibliografía Complementaria**

---

---

### **Recomendaciones**

---